

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

jc997 U.S. PTO  
10/092539  
03/08/02

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 9月 5日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-269399

出 願 人

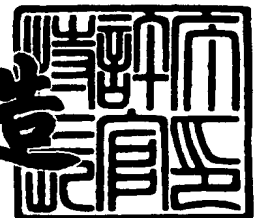
Applicant(s):

三菱重工業株式会社

2001年11月 2日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3097616

【書類名】 特許願

【整理番号】 200102219L

【提出日】 平成13年 9月 5日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B64G 1/22

【発明者】

【住所又は居所】 名古屋市港区大江町10番地 三菱重工業株式会社名古屋航空宇宙システム製作所内

【氏名】 川崎 秀一

【特許出願人】

【識別番号】 000006208

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目5番1号

【氏名又は名称】 三菱重工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100069246

【住所又は居所】 東京都港区虎ノ門一丁目2番29号 虎ノ門産業ビル

【弁理士】

【氏名又は名称】 石川 新

【電話番号】 03-3503-5306

【選任した代理人】

【識別番号】 100089163

【住所又は居所】 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 三菱重工業株式会社内

【弁理士】

【氏名又は名称】 田中 重光

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 050337

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書  
 【発明の名称】 微小重力回転装置の安全装置  
 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ケーシング内で両端側が磁気軸受で支持されモータにより回転駆動される回転軸を有し、同回転軸の周囲に重力を付加する対象物を入れるアームで連結する複数のボックスを取付けて構成される微小重力回転装置において、前記回転軸と前記複数のアームとは安全装置を介して連結され、同安全装置は前記回転軸が急停止すると、前記回転軸と前記アームとの連結を離脱させ、前記アームが前記回転軸から自由に回転可能とすることを特徴とする微小重力回転装置の安全装置。

【請求項 2】 前記安全装置は、前記複数のアーム内に取付けられたアクチュエータと、同アクチュエータのロッド先端に取付けられたピンと、前記回転軸の回転を検知するセンサとから構成され、前記回転軸と前記複数のアームとは前記アクチュエータのロッドを伸ばし同ロッド先端のピンを前記回転軸に設けたピン穴に係合させて回転可能とし、前記回転軸が急停止すると、前記センサからの信号に基いて前記ロッドを縮めて前記ピンと前記ピン穴との係合を解くことを特徴とする請求項 1 記載の微小重力回転装置の安全装置。

【請求項 3】 前記複数のアームは連結軸に放射状に固定され、同連結軸は前記回転軸の途中に接続され、前記回転軸の前記連結軸との上下の接続端部内にはそれぞれアクチュエータを取付け、同アクチュエータのロッド先端に取付けられたピンと、前記回転軸の回転を検知するセンサとから構成され、前記連結軸と前記上下の回転軸とは前記アクチュエータのロッドを伸ばし同ロッド先端のピンを前記連結軸に設けたピン穴に係合させて回転可能とし、前記回転軸が急停止すると、前記センサからの信号に基いて前記ロッドを縮めて前記ピンと前記ピン穴との係合を解くことを特徴とする請求項 1 記載の微小重力回転装置の安全装置。

【請求項 4】 前記安全装置は、前記複数のアーム内に取付けられたアクチュエータと、先端が曲面を有する前記アクチュエータのロッドと、前記回転軸の回転を検知するセンサと、前記回転軸に設けられ前記ロッド先端が挿入され同先端が当接する同先端の曲面とほぼ同じ形状の凹状曲面を有する当接部とから構成

され、前記回転軸と前記複数のアームとは前記アクチュエータのロッドを伸ばし同ロッド先端を前記回転軸の当接部に押し当てて回転可能とし、前記回転軸が急停止すると、前記センサからの信号に基いて前記ロッドを縮めて前記ロッド先端と前記当接部との接触を解くことを特徴とする請求項 1 記載の微小重力回転装置の安全装置。

【請求項 5】 前記安全装置は、前記複数のアーム内に設けられ同アーム端で開口する溝と、同溝底部に設けられたバネと、同バネにより一端が付勢され、他端が前記溝より突出するツメ体と、前記回転軸に設けられ前記ツメ体の先端形状とはほぼ同形状で凹状の当接溝とで構成され、前記回転軸と前記ツメ体とは前記バネにより付勢された同ツメ体の突出により前記当接溝に係合して回転可能とし、前記回転軸が急停止すると、前記複数のアームは慣性力により前記ツメ体と共に回転し、同ツメ体は前記回転軸の当接溝から離脱可能とし前記アームを前記回転軸に拘束されずに回転可能とすることを特徴とする請求項 1 記載の微小重力回転装置の安全装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は微小重力回転装置の安全装置に関し、回転装置が急停止した際に回転体の実験ボックス等に与える衝突を回避できるようにしたものである。

【0002】

【従来の技術】

図 1 1 は現在宇宙で行なわれている回転装置の一例を示す平面図であり、図において、モータ、等の回転装置 6 0 には 4 本の支持部材 6 1, 6 2, 6 3, 6 4 が取付けられ、放射状に伸びている。支持部材 6 1 ~ 6 4 の先端には実験ボックス 7 0, 7 1, 7 2, 7 3 が取付けられ、実験ボックス 7 0 ~ 7 3 内には重力を付加する実験対象物、例えば植物、等が入れられる。このような装置は、無重力状態において回転装置 6 0 により約 1 回転 / 秒程度の低速回転が与えられ実験ボックス 7 0 ~ 7 3 内の対象物の実験が行なわれる。

【0003】

上記のような回転装置では、支持部材 61～64 の先端に実験ボックス 70～73 が取付けられており、先端部が大きな形状である。又、実験ボックス 70～73 内には種類の異なる実験対象物が収納され、実験物の大きさも種々異なり、装置全体は回転軸中心に対称な配置ではあるが、収納される実験対象物はアンバランスである。従って、回転により支持部材 61～64 及び実験ボックス 70～73 には振動が発生し、振動が発生すると実験対象物を変動させたり、悪影響を及ぼすことになる。

## 【0004】

## 【発明が解決しようとする課題】

上記に説明した微小重力回転装置においては、宇宙における微小重力空間で実験ボックス内へ実験対象物を入れ、実験ボックスを回転させて実験を行う際に、実験ボックス間のアンバランスに起因して回転軸に振動が発生する。この振動は、回転軸を介して周囲環境へ伝播し、周囲の宇宙機器へも影響を及ぼし、機器の制御、等にも影響を与えるが、このような振動は本発明の出願人が提案した磁気軸受を配設し、磁気軸受を制御する技術により効果的に吸収することができるようになった。次に、この内容について説明する。

## 【0005】

図 9 は本発明の出願人が提案した微小重力回転装置を示し、(a) は側面図、(b) は (a) における F-F 矢視図、(c) は G-G 断面図である。(a) 図において 10 は回転体全体を収納するケーシングであり、ケーシング 10 には上下に凹部 10a, 10b が設けられている。上下の凹部 10a, 10b 内の周囲には磁気軸受 11, 12 が配設されている。

## 【0006】

磁気軸受 11, 12 は、それぞれ凹部 10a, 10b 内の周囲に励磁用のコイル 1, 2 を配設して磁気軸受を構成している。3, 4 はそれぞれ凹部 10a, 10b 内のコイル 1, 2 の内側に配設された振動センサであり、後述するように回転軸 30 の振動又は変位を検出し、この変位より回転軸 30 の振動が検出できるものである。振動センサ 3, 4 は (c) 図に示すように周囲に対称に複数個 (図示の例では 4 個) が配置され、±X, ±Y 方向の回転軸 30 の振動又は変位を検

出する構成である。 30は前記した回転軸であり、両端がそれぞれ凹部10a, 10b内に配置され、凹部10b内でモータ13に連結し、磁気軸受11, 12で両端部が軸支される。従って、回転軸30はコイル1, 2とは、それぞれ所定の隙間を保って磁力により空間部に支持されモータ13で回転される。回転軸30の周囲には(b)図にも示すように、X、Y軸方向に4本のアーム24, 25, 26, 27で固定され、水平に伸び、先端には実験ボックス20, 21, 22, 23が取付けられている。

## 【0007】

上記構成において、回転軸30の軸受は磁気軸受11, 12であり、回転軸30はケーシング10の支持部には接触せず、磁力により支持する構成とし、回転軸30に振動が発生すると、その振動又は変位は回転軸30両端周囲のX、Y軸に配置した4個の振動センサ3, 4で検出する。振動センサ3, 4では、後述するように、回転軸30とセンサ間の振動によるギャップの変動を検出して、その信号を制御装置へ入力し、制御装置ではギャップが小さくなると、このギャップを元の隙間に戻すように対応するコイル1, 2の位置の電流を制御し、振動を能動的に吸収するように制御するものである。

## 【0008】

コイル1, 2としては、図示省略するが、例えば、コイルを独立した4個の巻線を、それぞれX軸、Y軸の4方向へ磁力が作用するように配設しておき、回転軸30の傾きによる変位に応じて変位が大きく、コイルとのギャップの変動が一番大きい個所のコイルの励磁を制御し、回転軸30との反発力、もしくは吸引力を調整し、振動による変位を吸収するような構成とする。

## 【0009】

図10は制御の系統図であり、回転軸30上端周囲に配設された振動センサ3a, 3b, 3c, 3d及び下端の振動センサ4a, 4b, 4c, 4dからの各検出信号は制御装置14へ入力される。制御装置14はモータ13を駆動させて回転軸30を回転させると共に、各振動センサ3, 4のX、Y軸4方向の回転軸端の振動に伴う変位を監視し、センサと回転軸間のギャップが小さくなるか又は大きくなるとX、Y軸の対応する個所のコイル1, 2の巻線の励磁電流を制御し、

この間の回転軸 3 0 とコイル間の反発力又は吸引力を強めギャップを元の位置へ戻すように作動させる。

#### 【 0 0 1 0 】

1 5 は記憶装置であり、予め振動周波数に対する振幅又は加速度の要求値のパターンがデータとして記憶されており、制御装置 1 4 では、振動センサ 3, 4 からの回転軸 3 0 の振動を監視するに当り、この要求値と比較し、回転軸が変位し、振動が大きくなり、かつ要求値を超える振動であると、コイルの励磁電流を制御して振動を吸収し、回転軸 3 0 の振動が要求値以下となるように絶えず制御する。

#### 【 0 0 1 1 】

このような微小重力回転装置は、回転中に異物が軸受部に入り込み、回転軸が急停止する場合がある。このような回転軸の急停止は実験ボックスの回転も急停止し、実験ボックスのみならず、それらの中に入っている対象物に衝撃を与え、又、急停止に伴う急激な振動が周囲の環境へ悪影響を与えてしまう。

#### 【 0 0 1 2 】

そこで本発明は、微小重力回転装置の回転軸と実験ボックスとの結合部に安全装置を介在させ、回転が急停止した場合には、この安全装置を作動させて回転軸と回転体である実験ボックスとを切り離し、急激な動作による回転体の衝撃を回避するようにした微小重力回転装置の安全装置を提供することを課題としてなされたものである。

#### 【 0 0 1 3 】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明は前述の課題を解決するために次の手段を提供する。

#### 【 0 0 1 4 】

(1) ケーシング内で両端側が磁気軸受で支持されモータにより回転駆動される回転軸を有し、同回転軸の周囲に重力を付加する対象物を入れるアームで連結する複数のボックスを取付けて構成される微小重力回転装置において、前記回転軸と前記複数のアームとは安全装置を介して連結され、同安全装置は前記回転軸が急停止すると、前記回転軸と前記アームとの連結を離脱させ、前記アームが前



記回転軸から自由に回転可能とすることを特徴とする微小重力回転装置の安全装置。

## 【 0 0 1 5 】

(2) 前記安全装置は、前記複数のアーム内に取付けられたアクチュエータと、同アクチュエータのロッド先端に取付けられたピンと、前記回転軸の回転を検知するセンサとから構成され、前記回転軸と前記複数のアームとは前記アクチュエータのロッドを伸ばし同ロッド先端のピンを前記回転軸に設けたピン穴に係合させて回転可能とし、前記回転軸が急停止すると、前記センサからの信号に基づいて前記ロッドを縮めて前記ピンと前記ピン穴との係合を解くことを特徴とする (1) 記載の微小重力回転装置の安全装置。

## 【 0 0 1 6 】

(3) 前記複数のアームは連結軸に放射状に固定され、同連結軸は前記回転軸の途中に接続され、前記回転軸の前記連結軸との上下の接続端部内にはそれぞれアクチュエータを取付け、同アクチュエータのロッド先端に取付けられたピンと、前記回転軸の回転を検知するセンサとから構成され、前記連結軸と前記上下の回転軸とは前記アクチュエータのロッドを伸ばし同ロッド先端のピンを前記連結軸に設けたピン穴へ係合させて回転可能とし、前記回転軸が急停止すると、前記センサからの信号に基づいて前記ロッドを縮めて前記ピンと前記ピン穴との係合を解くことを特徴とする (1) 記載の微小重力回転装置の安全装置。

## 【 0 0 1 7 】

(4) 前記安全装置は、前記複数のアーム内に取付けられたアクチュエータと、先端が曲面を有する前記アクチュエータのロッドと、前記回転軸の回転を検知するセンサと、前記回転軸に設けられ前記ロッド先端が挿入され同先端が当接する同先端の曲面とほぼ同じ形状の凹状曲面を有する当接部とから構成され、前記回転軸と前記複数のアームとは前記アクチュエータのロッドを伸ばし同ロッド先端を前記回転軸の当接部に押し当てて回転可能とし、前記回転軸が急停止すると、前記センサからの信号に基づいて前記ロッドを縮めて前記ロッド先端と前記当接部との接触を解くことを特徴とする (1) 記載の微小重力回転装置の安全装置。

## 【 0 0 1 8 】

(5) 前記安全装置は、前記複数のアーム内に設けられ同アーム端で開口する溝と、同溝底部に設けられたバネと、同バネにより一端が付勢され、他端が前記溝より突出するツメ体と、前記回転軸に設けられ前記ツメ体の先端形状とほぼ同形状で凹状の当接溝とで構成され、前記回転軸と前記ツメ体とは前記バネにより付勢された同ツメ体の突出により前記当接溝に係合して回転可能とし、前記回転軸が急停止すると、前記複数のアームは慣性力により前記ツメ体と共に回転し、同ツメ体は前記回転軸の当接溝から離脱可能とし前記アームを前記回転軸に拘束されずに回転可能とすることを特徴とする(1)記載の微小重力回転装置の安全装置。

## 【 0 0 1 9 】

本発明の(1)においては、回転軸と複数の実験ボックスとは安全装置で連結されているので、万一回転軸と軸受部との間に異物が入って回転が急停止すると、安全装置は回転軸の回転停止と同時に各アームの回転軸への連結を解き、各アームを回転軸からの拘束がなく自由に回転できるようにする。これにより各アームは慣性力により回転を続けることができるので、実験ボックスの急激な回転停止が伴わず、急激な衝撃や振動を発生することが回避される。

## 【 0 0 2 0 】

本発明の(2)では、回転軸の急停止はセンサにより検知され、アクチュエータはこのセンサからの信号によりそのロッドを縮めロッド先端のピンは回転軸のピン穴から外れ、各アームは回転軸からは拘束されることなく自由に回転できる状態となる。従って、各アームはその慣性力により回転を継続し、実験ボックスの急激な回転停止が伴わず、急激な衝撃や振動の発生を確実に回避できる。

## 【 0 0 2 1 】

本発明の(3)では、複数のアームは連続軸に一体的に固定されており、連結軸は回転軸側に設けたアクチュエータ、アクチュエータのロッド先端のピンにより連結され回転駆動される。回転軸の急停止はセンサにより検出され、アクチュエータはセンサからの信号によりそのロッドを縮め、ロッド先端のピンは連結軸のピン穴から外れ、連結軸は回転軸からは拘束されることなく自由に回転できる状態となる。従って、各アームは連結軸と共にその慣性力により回転を継続し、

実験ボックスの急激な回転停止が伴わず、急激な衝撃や振動の発生を確実に回避できる。

#### 【0022】

本発明の（４）では、回転軸と各アームとはアクチュエータの曲面を有するロッド先端で当接し、互に摩擦力で拘束して回転している。回転軸の急停止はセンサにより検知され、アクチュエータは、このセンサからの信号によりそのロッドを締めロッド先端の曲面は回転軸の当接部から外れ、各アームは回転軸からは拘束されることなく自由に回転できる状態となる。従って、各アームはその慣性力により回転を継続し、実験ボックスの急激な回転停止が伴わず、急激な衝撃や振動の発生を回避できる。

#### 【0023】

本発明の（５）では、回転軸と各アームとはバネで付勢されたツメ体が回転軸の当接溝へ係合し回転している。回転軸が急停止すると、各アームはツメ体と共に慣性力により回転し、ツメ体はこの回転力によって回転軸の当接溝内を滑ってツメ体自身はバネの付勢力に抗して当接溝の壁面によりアームの溝内へ押し戻され、回転軸の外へ押し出され、アームはそのまま回転を継続することができる。これによりアームは回転軸の拘束力を外して回転を継続することができるので、実験ボックスの急激な回転停止が伴わず、急激な衝撃や振動の発生を回避することができる。

#### 【0024】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について図面に基いて具体的に説明する。図１は本発明の実施の第１形態に係る微小重力回転装置の安全装置の側面図である。図１において、ケーシング１０内には凹部１０ａ、１０ｂが形成されており、凹部１０ａには円筒形状の上部固定材３１が取付けられており、上部固定材３１の内壁には、回転軸３０をラジアル方向へ非接触に支持する磁気軸受１１、回転軸３０の振動に伴う変位を検出する振動センサ３、回転軸３０のスラスト方向の支持を行うスラスト用磁気軸受３３が、それぞれ取付けられている。

#### 【0025】

凹部 1 0 b にも円形状の下部固定部材 3 2 が取付けられており、その内壁には回転軸 3 0 を回転するモータ 3 4、回転軸 3 0 の振動又は変位を検出する振動センサ 4、ラジアル方向の磁気軸受 1 2 が、それぞれ取付けられている。

## 【 0 0 2 6 】

回転軸 3 0 は、上記に説明した磁気軸受 1 1、1 2、3 3 で周囲に対して非接触で支持され、モータ 3 4 で回転駆動される。回転軸 3 0 の中央部には安全装置 4 0 が取付けられ、安全装置 4 0 には図 9 の例と同様に回転軸 3 0 と直交するように放射状に伸びる 4 本のアーム 2 4、2 5、2 6、2 7 の一端が取付けられている。各アームの他端には 4 個の実験ボックス 2 0、2 1、2 2、2 3 が支持され、これらアームと実験ボックスは一体的に固定されてモータ 3 4 の駆動により回転軸 3 0 と共に回転する構成である。

## 【 0 0 2 7 】

図 2 は上記に説明した実施の第 1 形態に係る安全装置 4 0 の詳細を示し、(a) はその側面図、(b) は (a) における A-A 断面図である。図において、回転軸 3 0 のアーム 2 5、2 7 の連結部には、それぞれ 4 個のピン穴 4 5 が壁面に貫通して設けられている。これに対向するアーム 2 5、2 7 には内部にアクチュエータ 4 1 が設けられ、アクチュエータのロッド 4 2 先端にはピン台 4 3 が固定され、ピン台 4 3 には 4 個のピン 4 4 が突出して設けられている。

## 【 0 0 2 8 】

ピン 4 4 の径は回転軸 3 0 のピン穴 4 5 よりは、やや小径でピン穴 4 5 に挿入されるように 4 本が配置され、ロッド 4 2 が伸びるとピン 4 4 がピン穴 4 5 へ挿入されて係合し、ロッド 4 2 が縮むとピン 4 4 がピン穴 4 5 から引き抜かれる構成である。なお、アームは 2 5、2 7 の 2 本のみ図示しているが 4 本のアーム 2 4 ~ 2 7 は図示のリング状の結合環 8 0 で一体的に連結されている。又、この結合環 8 0 は必ずしも必要なものではなく、アームを直接回転軸 3 0 へ接続しても良い。

## 【 0 0 2 9 】

図 3 は上記に説明したピン 4 4 とピン穴 4 5 との係合状態を示す図で、(a) はピン 4 4 とピン穴 4 5 とが係合した状態を、(b) はピン 4 4 とピン穴 4 5 が

離脱した状態を、それぞれ示している。(a)のようにアクチュエータ41のロッド42が伸びると、ピン台43の4本のピン44が回転軸30のピン穴45へ挿入され係合する。この場合ピン44を磁石材料で構成しておけば、ピン穴45へ挿入された状態で回転軸30を吸引してアーム25, 27を回転軸30に確実に固定することができる。

## 【0030】

(b)はアクチュエータ41が作動してロッド42を縮めた状態を示し、ピン台43と4本のピン44が回転軸30のピン穴45から離脱し、アーム25, 27は回転軸30との結合がなくなり自由な状態となる。なお、アクチュエータ41はロッド42を4本のピン44が磁力により回転軸30を吸引しているので、この吸引力に抗する力で縮めることが必要である。上記図2, 図3で示した構造は他のアーム24, 26も同じ構造である。

## 【0031】

上記構成の実施の第1形態において、回転軸30が回転駆動する前には、各アームのアクチュエータ41のロッド42を伸張させておき、各アームの4本のピン44を回転軸30のピン穴45へ係合させ、各アーム24～27をピン44の磁力により吸引して回転軸30と各アーム24～27をしっかりと固定させておく。

## 【0032】

その後、回転軸30をモータ34を駆動して回転させ、回転装置を駆動させるが、駆動中に回転軸30と軸受部との間に異物が入り込むと、場合によっては回転軸30が急停止することが起こり得る。回転軸30が急停止すると、回転していた実験ボックス20～23が急停止し、その時の衝撃がアームから回転軸30、磁気軸受やモータを介してケーシング10外部へ伝わり、周囲に衝撃を与えて悪影響を及ぼす。

## 【0033】

上記のように回転軸30が急停止すると、本発明の安全装置40は、アーム24～27を直ちに回転軸30から切り離して急激な停止を抑える。図4は制御のブロック図であり、アクチュエータ駆動装置47には回転軸30の回転を検出す

るセンサ 4 6 からの信号とモータ 3 4 の電源信号 (S) が入力されている。回転軸 3 0 が万一急停止するとセンサ 4 6 がこれを検知しアクチュエータ駆動装置 4 7 へ入力し、駆動装置 4 7 は 4 本のアーム 2 4 ~ 2 7 のアクチュエータ (1) ~ (4) へ指令信号を出力し、図 3 (b) に示すようにロッド 4 2 を縮ませるように作動させ、ピン 4 4 を回転軸 3 0 のピン穴 4 5 から離脱させ回転軸 3 0 とアーム 2 4 ~ 2 7 を自由な状態にする。

## 【 0 0 3 4 】

又、アクチュエータ駆動装置 4 7 はモータ 3 4 の電源信号 (S) により絶えずモータ 3 4 の電源を監視しており、モータ 3 4 の電源が急に断となると、直ちに上記と同様の作用により回転軸 3 0 とアーム 2 4 ~ 2 7 の連結を切り離す。

## 【 0 0 3 5 】

上記のように回転軸 3 0 の回転が急停止すると、安全装置 4 0 が回転軸 3 0 とアーム 2 4 ~ 2 7 との結合を解除し、アームを回転自由な状態とするので、回転軸 3 0 が停止後はアーム 2 4 ~ 2 7 は自由にその慣性力で回転を継続するので、急停止による衝撃の発生が回避される。

## 【 0 0 3 6 】

図 5 は本発明の実施の第 2 形態に係る微小重力回転装置の安全装置 5 0 を示し、(a) はその正面図、(b) は (a) における C - C 断面図である。図示のように本実施の第 2 形態では 4 本のアーム 2 4 ~ 2 7 は連結軸 4 9 に一体的に固定して取付けられており、連結軸 4 9 の上端と下端を回転軸 3 0 に連結した構成である。

## 【 0 0 3 7 】

(a) において、回転軸は 3 0 a と 3 0 b とに分割されており、両軸 3 0 a と 3 0 b との間に連結軸 4 9 が連結されている。連結部の構成は、回転軸 3 0 a , 3 0 b のそれぞれの側に、図 2 , 図 3 に示すものと同様にアクチュエータ 4 1 を取付け、連結軸 4 9 側にピン穴 4 8 を設けたもので、ロッド 4 2 、ピン台 4 3 、ピン 4 4 の構成は実施の第 1 形態の構造と同じである。ピン 4 4 は (b) に示すように 4 本が配置され、ロッド 4 2 が伸びると連結軸 4 9 のピン穴 4 8 に挿入され、連結軸 4 9 と回転軸 3 0 a , 3 0 b とを連結する。なお、実施の第 1 形態と

同様にピン 4 4 は磁石から構成し、ピン穴 4 8 に連結時に磁力により吸引することにより確実に両者を連結することができる。

## 【 0 0 3 8 】

図 6 は上記に説明の安全装置 5 0 が回転軸 3 0 a, 3 0 b が急停止した時に、連結軸 4 9 を回転軸 3 0 a, 3 0 b から離脱させて回転自由にした状態を示し、この時のピン 4 4 のピン穴 4 8 からの離脱の作用は図 4 で説明した内容と同じであるので説明は省略する。このように、回転軸 3 0 a, 3 0 b の回転が急停止すると、連結軸 4 9、4 本のアーム 2 4 ~ 2 7、4 個の実験ボックス 2 0 ~ 2 3 は連結環 8 0 で一体的に結合した状態で回転軸 3 0 a, 3 0 b から自由状態となり、その慣性力で回転を継続するので、急激な回転に伴う衝撃が発生することがない。

## 【 0 0 3 9 】

図 7 は本発明の実施の第 3 形態に係る微小重力回転装置の安全装置 5 1 を示し、(a) は連結状態を示すその断面図、(b) は (a) における D-D 断面図、(c) は離脱状態を示す断面図である。

## 【 0 0 4 0 】

(a)、(b) において、アーム 2 5, 2 7 内にはそれぞれアクチュエータ 5 2 が取付けられており、アクチュエータ 5 2 にはロッド 5 3 が伸縮する構成である。ロッド 5 3 の先端は球面 5 3 a となっており、一方回転軸 3 0 にはロッド 5 3 の先端球面 5 3 a と同じ球面でこれよりもやや大きい曲率の当接面 5 4 が設けられ、ロッド 5 3 の先端が当接し、摩擦力で両者を連結するようになっている。

## 【 0 0 4 1 】

アクチュエータ 5 2 の作動は実施の第 1 形態の図 4 で説明したものと同一作用でなされ、回転軸 3 0 が回転中にはアクチュエータ 5 2 のロッド 5 3 は伸張し、ロッド 5 3 の先端の曲面 5 3 a は回転軸 3 0 の当接曲面 5 4 へ当接しており、4 本のアーム 2 4 ~ 2 7 は互に連結した状態で、それぞれロッド 5 3 の先端が回転軸 3 0 を押圧し、摩擦力でアーム 2 4 ~ 2 7 を固定し、回転する。

## 【 0 0 4 2 】

回転軸 3 0 の回転が急停止すると、図 4 で説明したと同一作用によりアクチュ

エータ52が作動し、ロッド53が縮んでその先端が、(c)に示すように回転軸30の当接曲面54から離れ各4本のアーム24～27は回転軸30から自由となり、その慣性力により回転を継続するので、急激な衝撃の発生が回避される。

#### 【0043】

なお、上記の実施の第1～第3形態に係るピン44、ロッド53の作動はアクチュエータ41、52で行う例で説明したが、センサからの回転停止信号又は加速度信号に基づいてピンやロッドを電磁力で吸引して回転力を開放し、電磁力の吸引を解除することにより復帰して連結するようにしてもよい。

#### 【0044】

図8は本発明の実施の第4形態に係る微小重力回転装置の安全装置55を示し、(a)はその内部断面図でアームの連結状態を示し、(b)はアームが離脱した状態の内部断面図、(c)は(a)におけるE-E断面図である。

#### 【0045】

(a)において、アーム24～27内には(c)にも示すように溝56が設けられ、溝56内の底部にはバネ58が挿入されている。バネ58は一端が溝56の底部に取付けられ、他端にツメ57が取付けられている。ツメ57の先端は斜めにカットされており、一方回転軸30にはツメ57の斜めにカットされた面が当接して挿入される同形状の当接溝59が形成されている。ツメ57はバネ58に付勢されて常時回転軸30の当接溝59内に挿入して当接しており、回転軸30は図中Rで示すようにツメ57の斜めの面と反対側の平面を押圧する方向に回転し、ツメ57で係合したアーム24～27に回転力を与え、各4本のアーム24～27はリング状の結合環80により一体的に連結され、かつツメ57と回転軸30の当接溝59との連結により回転する。

#### 【0046】

回転軸30が急停止すると、アーム24～27は一体となって回転しており、かつその慣性力により更に回転しようとして(b)に示すようにツメ57の斜めのカット面が当接溝59から滑り、その傾斜面が回転軸30の当接面出口端に対し先端へ向って滑るに従って溝56の方へバネ58の付勢力に抗して押圧され、



更にその勢いでツメ 5 7 は回転軸 3 0 の当接溝 5 9 から完全に押し出され回転軸 3 0 から自由となり、各アーム 2 4 ~ 2 7 は慣性力で回転を続けるので急激な回転の停止が避けられ衝撃を回転することができる。

## 【 0 0 4 7 】

なお、上記の実施の第 4 形態においては、バネ 5 8 のバネ力は当初の回転前にバネ 5 8 を回転軸 3 0 の当接溝 5 9 内へ案内し、挿入するに十分な力のみを保有させた弱いバネ力のものとし、回転軸 3 0 が急停止時に、ツメ 5 7 が押圧されて引込み、アーム 2 4 ~ 2 7 が回転軸 3 0 から自由となり回転し、再度ツメ 5 7 が回転軸 3 0 の当接溝 5 9 内に押し戻されてロックされることがなく、ある程度慣性力での回転を維持できる程度のバネ力を付勢しておく。

## 【 0 0 4 8 】

又、ツメ 5 7 及び溝 5 6 は図では (c) に示すように四角形状としているが、丸形状でも良いものである。四角形状とすれば各アームの回転変動に対して規制力が働くので丸形状のものよりは有利となる。

## 【 0 0 4 9 】

又、上記の実施の第 4 形態では、ツメ 5 7 をバネ 5 8 の付勢力で回転軸 3 0 の当接溝 5 9 に押し付ける例で説明したが、実施の第 1 ~ 第 3 形態のようにアクチュエータで押し付けておき、回転軸の急停止時にアクチュエータのロッドを縮めるような構成にしても良いものである。

## 【 0 0 5 0 】

## 【発明の効果】

本発明の微小重力回転装置の安全装置は、(1) ケーシング内で両端側が磁気軸受で支持されモータにより回転駆動される回転軸を有し、同回転軸の周囲に重力を付加する対象物を入れるアームで連結する複数のボックスを取付けて構成される微小重力回転装置において、前記回転軸と前記複数のアームとは安全装置を介して連結され、同安全装置は前記回転軸が急停止すると、前記回転軸と前記アームとの連結を離脱させ、前記アームが前記回転軸から自由に回転可能とすることを特徴としている。

## 【 0 0 5 1 】

上記構成により、万一回転軸と軸受部との間に異物が入って回転が急停止したとすると、安全装置は回転軸の回転停止により各アームの回転軸への連結を解き、各アームを回転軸からの拘束がなく自由に回転できるようにする。これにより各アームは慣性力により回転を続けることができるので、実験ボックスの急激な回転停止が伴わず、急激な衝撃や振動を発生することが回避される。

## 【0052】

本発明の（2）では、回転軸の急停止はセンサにより検知され、アクチュエータはこのセンサからの信号によりそのロッドを縮めロッド先端のピンは回転軸のピン穴から外れ、各アームは回転軸からは拘束されることなく自由に回転できる状態となる。従って、各アームはその慣性力により回転を継続し、実験ボックスの急激な回転停止が伴わず、急激な衝撃や振動が発生するのを確実に回避できる。

## 【0053】

本発明の（3）では、複数のアームは連続軸に一体的に固定されており、連結軸は回転軸側に設けたアクチュエータ、アクチュエータのロッド先端のピンにより連結され回転駆動される。回転軸の急停止はセンサにより検出され、アクチュエータはセンサからの信号によりそのロッドを縮め、ロッド先端のピンは連結軸のピン穴から外れ、連結軸は回転軸からは拘束されることなく自由に回転できる状態となる。従って、各アームは連結軸と共にその慣性力により回転を継続し、実験ボックスの急激な回転停止が伴わず、急激な衝撃や振動の発生を確実に回避できる。

## 【0054】

本発明の（4）では、回転軸と各アームとはアクチュエータの曲面を有するロッド先端で当接し、互に摩擦力で拘束して回転している。回転軸の急停止はセンサにより検知され、アクチュエータは、このセンサからの信号によりそのロッドを縮めロッド先端の曲面は回転軸の当接部から外れ、各アームは回転軸からは拘束されることなく自由に回転できる状態となる。従って、各アームはその慣性力により回転を継続し、実験ボックスの急激な回転停止が伴わず、急激な衝撃や振動の発生を回避できる。

## 【 0 0 5 5 】

本発明の（５）では、回転軸と各アームとはバネで付勢されたツメ体が回転軸の当接溝へ係合し回転している。回転軸が急停止すると、各アームはツメ体と共に慣性力により回転し、ツメ体はこの回転力によって回転軸の当接溝内を滑ってツメ体自身はバネの付勢力に抗して当接溝の壁面によりアームの溝内へ押し戻され、回転軸の外へ押し出され、アームはそのまま回転を継続することができる。これによりアームは回転軸の拘束力を外して回転を継続することができるので、実験ボックスの急激な回転停止が伴わず、急激な衝撃や振動の発生を回避することができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【図 1】

本発明の実施の第 1 形態に係る微小重力回転装置の安全装置の内部側面図である。

## 【図 2】

本発明の実施の第 1 形態に係る安全装置を示し、（a）は正面図、（b）は（a）における A-A 断面図である。

## 【図 3】

図 2 における B-B 矢視図であり、（a）はピンによる結合状態を、（b）は離脱状態を、それぞれ示す。

## 【図 4】

本発明の実施の第 1 形態における制御のブロック図である。

## 【図 5】

本発明の実施の第 2 形態に係る微小重力回転装置の安全装置を示し、（a）は正面図、（b）は（a）における C-C 断面図である。

## 【図 6】

本発明の実施の第 2 形態に係る微小重力回転装置の安全装置の内部側面図で、安全装置が作動し、回転軸から離脱した状態を示す。

## 【図 7】

本発明の実施の第 3 形態に係る微小重力回転装置の安全装置を示し、（a）は

連結状態を示す断面図、(b)は(a)におけるD-D断面図、(c)は離脱状態を示す断面図である。

【図 8】

本発明の実施の第4形態に係る微小重力回転装置の安全装置を示し、(a)は連結状態を示す断面図、(b)は離脱状態を示す断面図、(c)は(a)におけるE-E断面図である。

【図 9】

本発明の先行技術に係る微小重力回転装置を示し、(a)は内部の側面図、(b)は(a)におけるF-F矢視図、(c)は(a)におけるG-G断面図である。

【図 1 0】

図 9 に示す先行技術に係る微小重力回転装置の制御系統図である。

【図 1 1】

宇宙における回転式実験装置の平面図である。

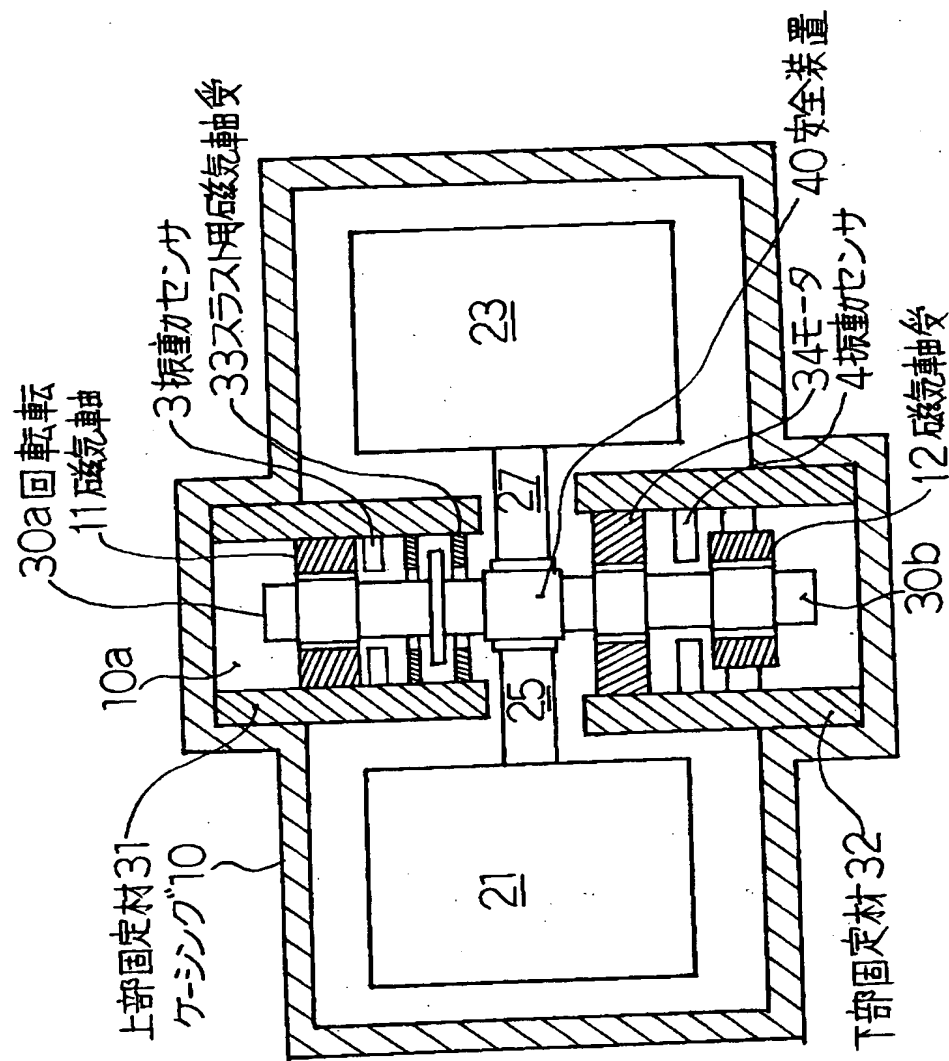
【符号の説明】

3, 4	振動センサ
1 0	ケーシング
1 0 a, 1 0 b	凹部
1 1, 1 2	磁気軸受
2 0 ~ 2 3	実験ボックス
2 4 ~ 2 7	アーム
3 0, 3 0 a, 3 0 b	回転軸
3 1	上部固定材
3 2	下部固定材
3 3	スラスト用磁気軸受
3 4	モータ
4 0, 5 0, 5 1, 5 5	安全装置
4 1, 5 2	アクチュエータ
4 2, 5 3	ロッド

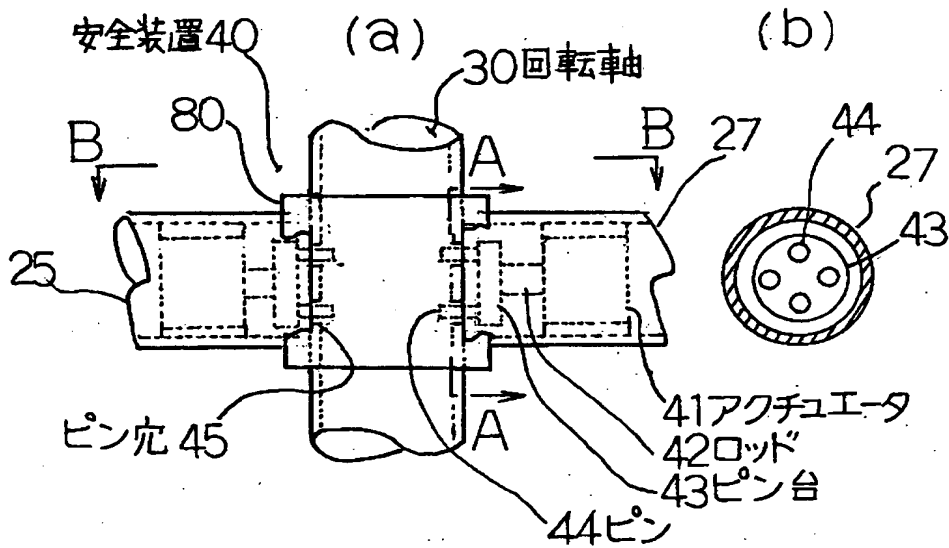
4 3	ピン台
4 4	ピン
4 6	センサ
4 7	アクチュエータ駆動装置
4 8	ピン穴
4 9	連結軸
5 4	当接面
5 6	溝
5 7	ツメ
5 8	バネ
5 9	当接溝
8 0	結合環

【書類名】 図面

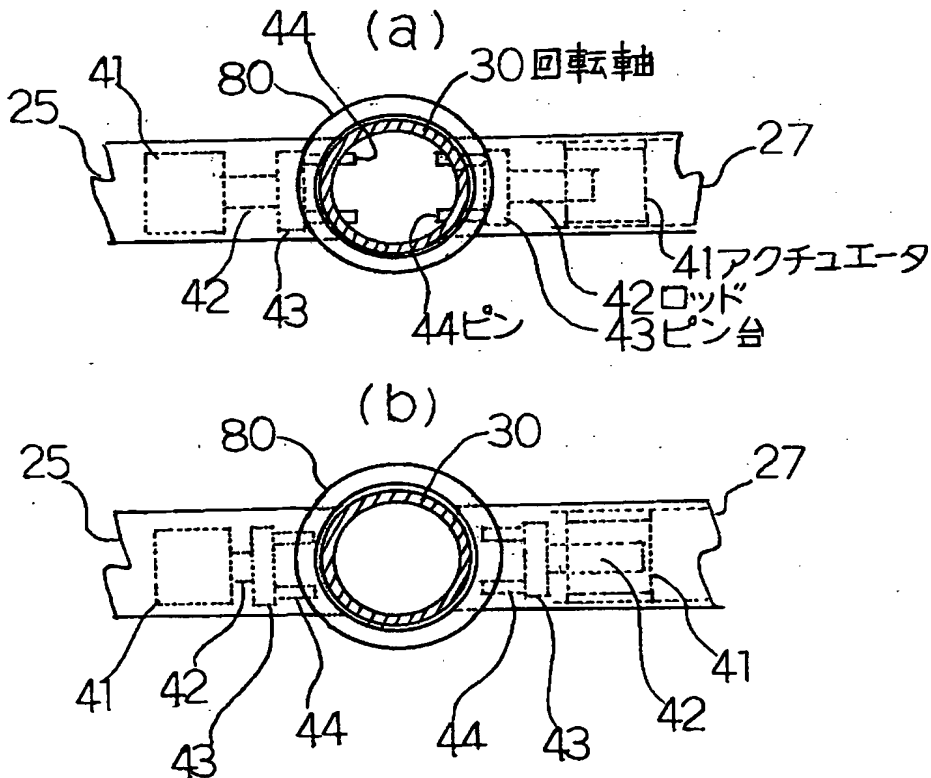
【図 1】



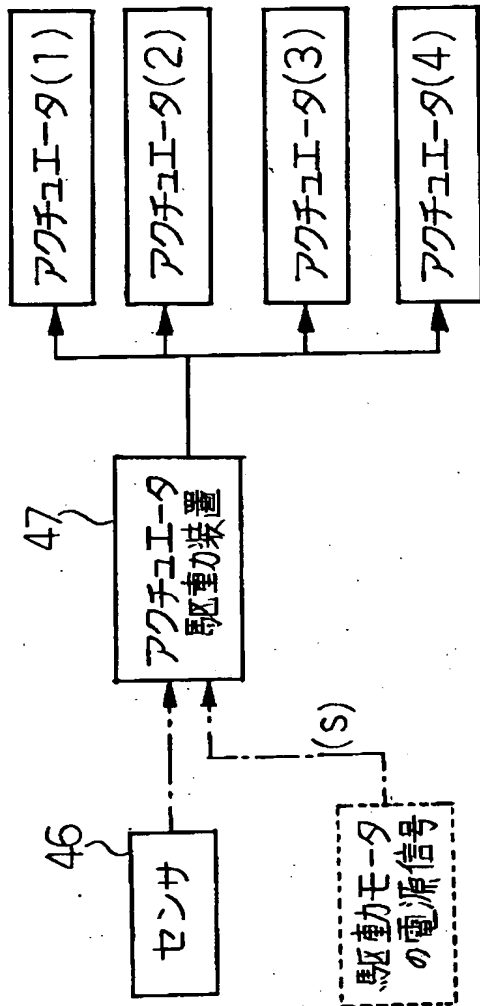
【図 2】



【図 3】

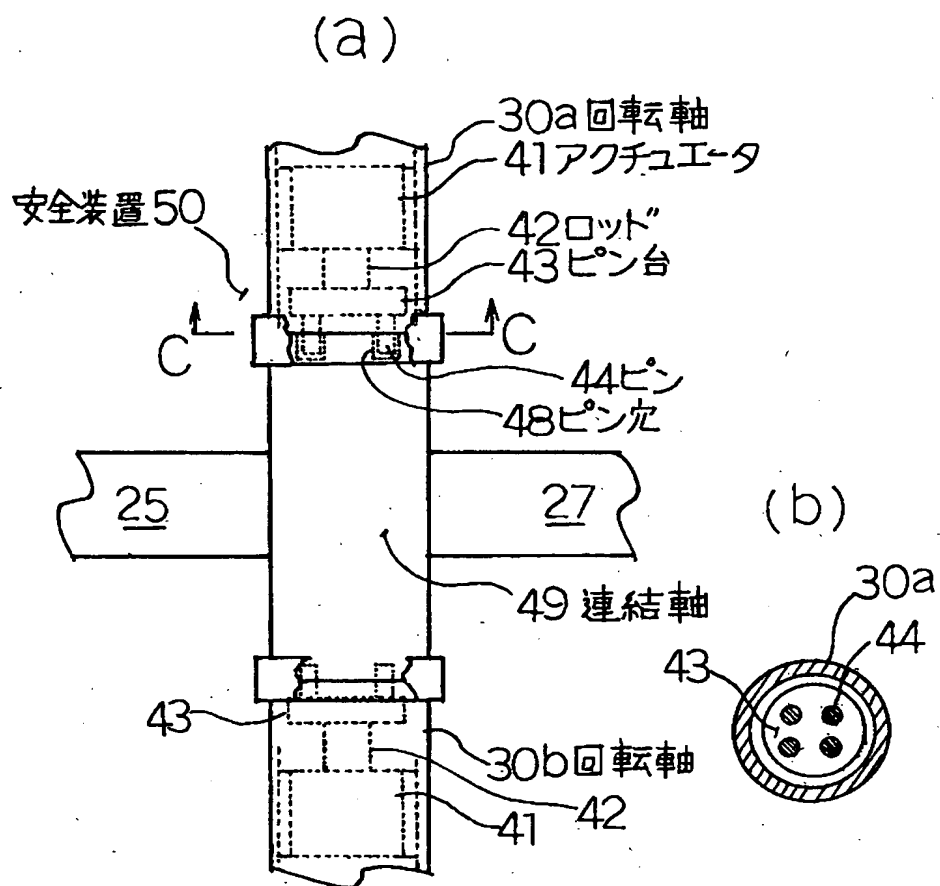


【図 4】

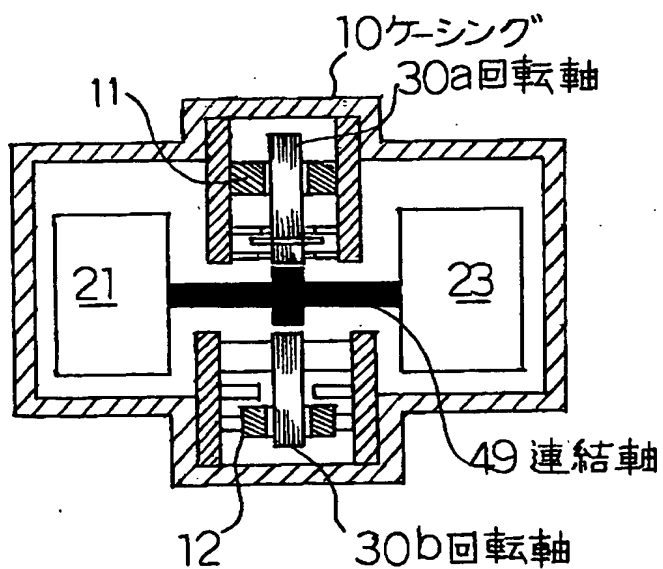




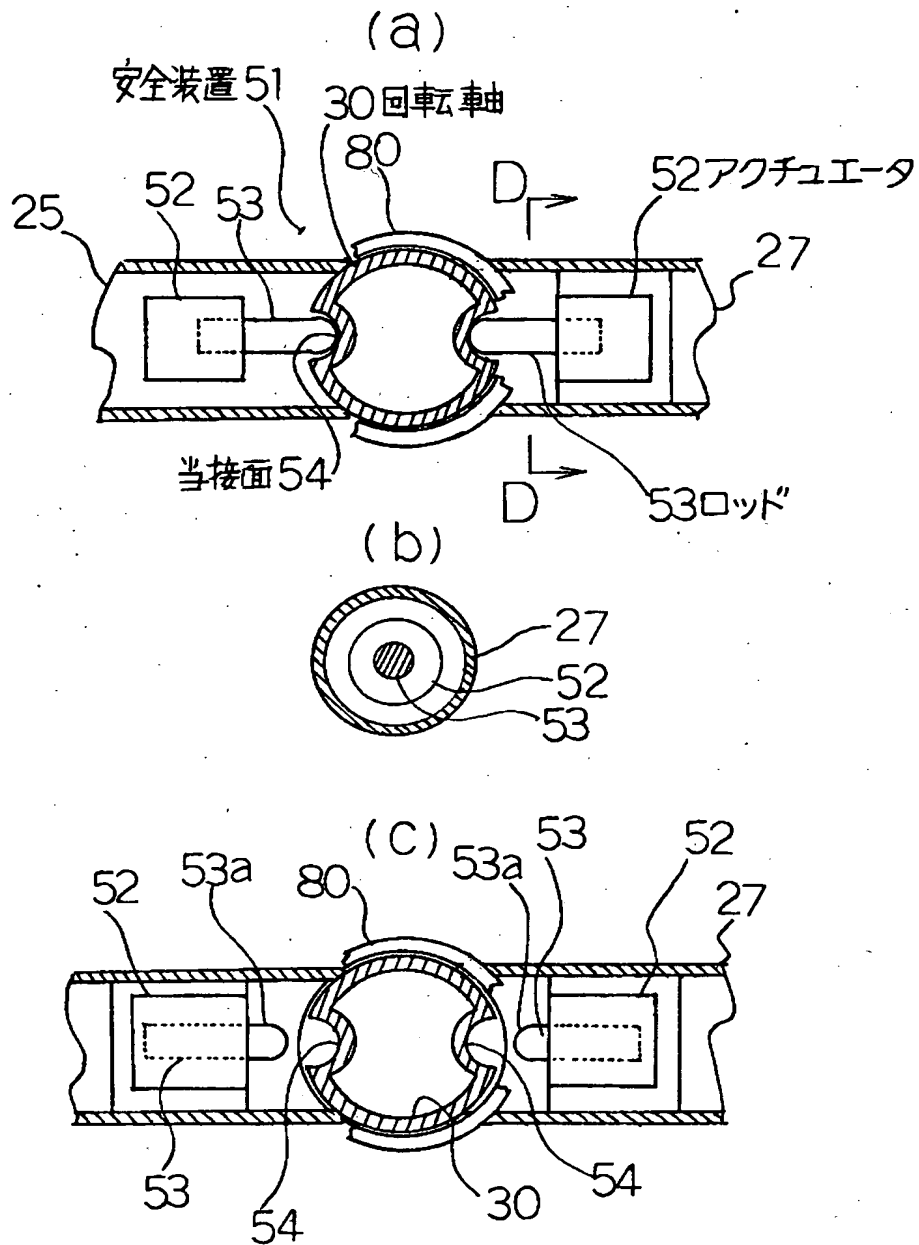
【図 5】



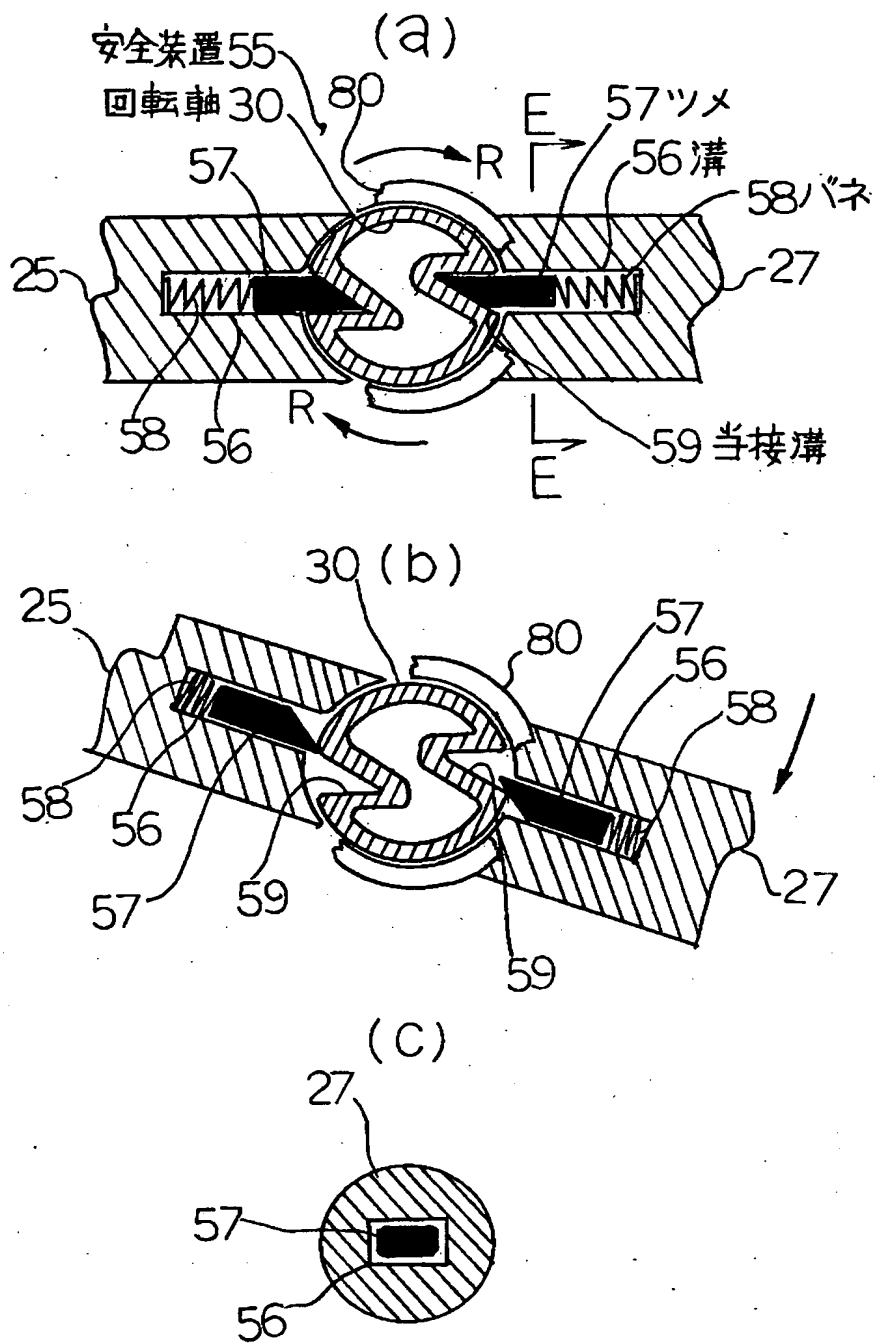
【図 6】



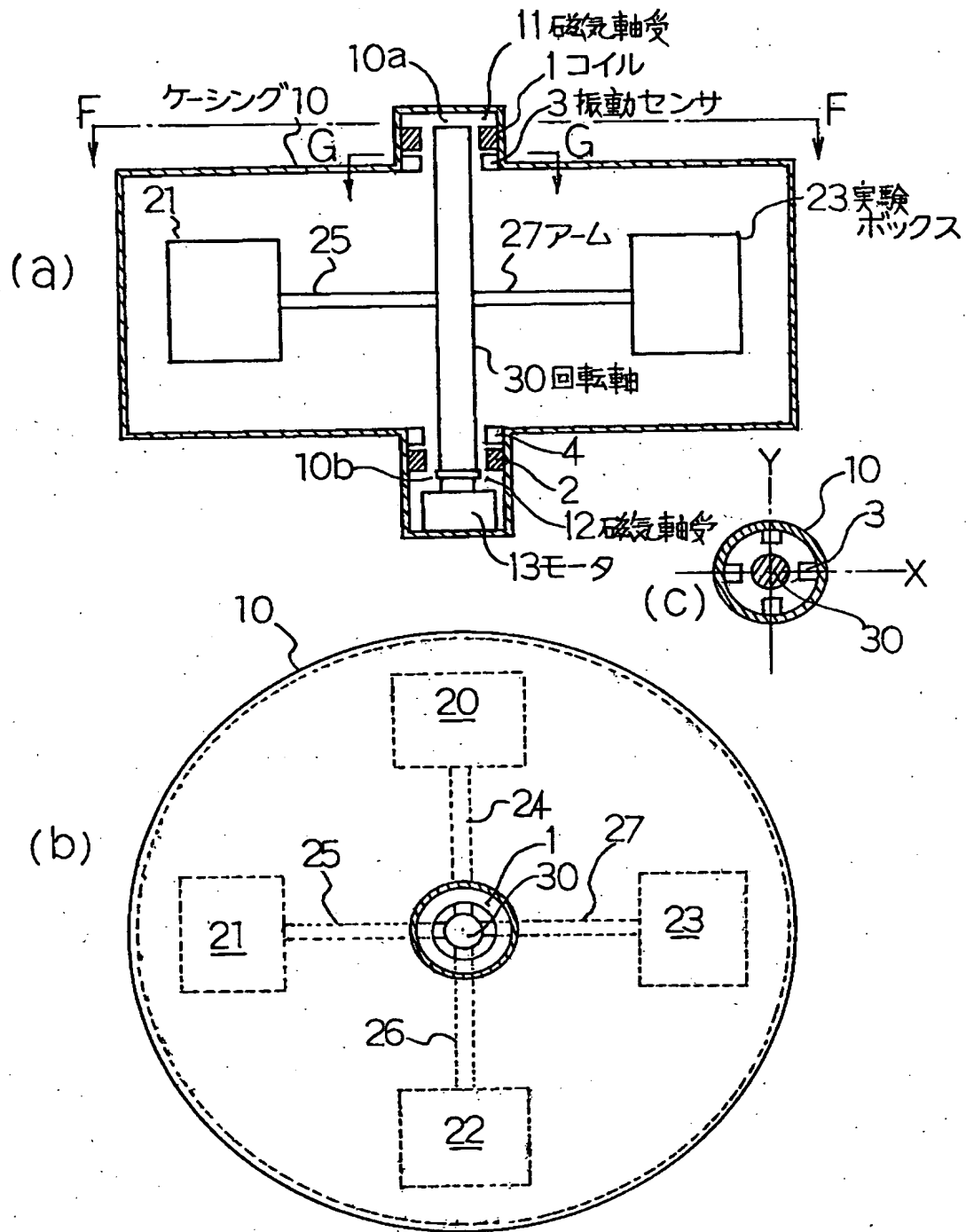
【図 7】



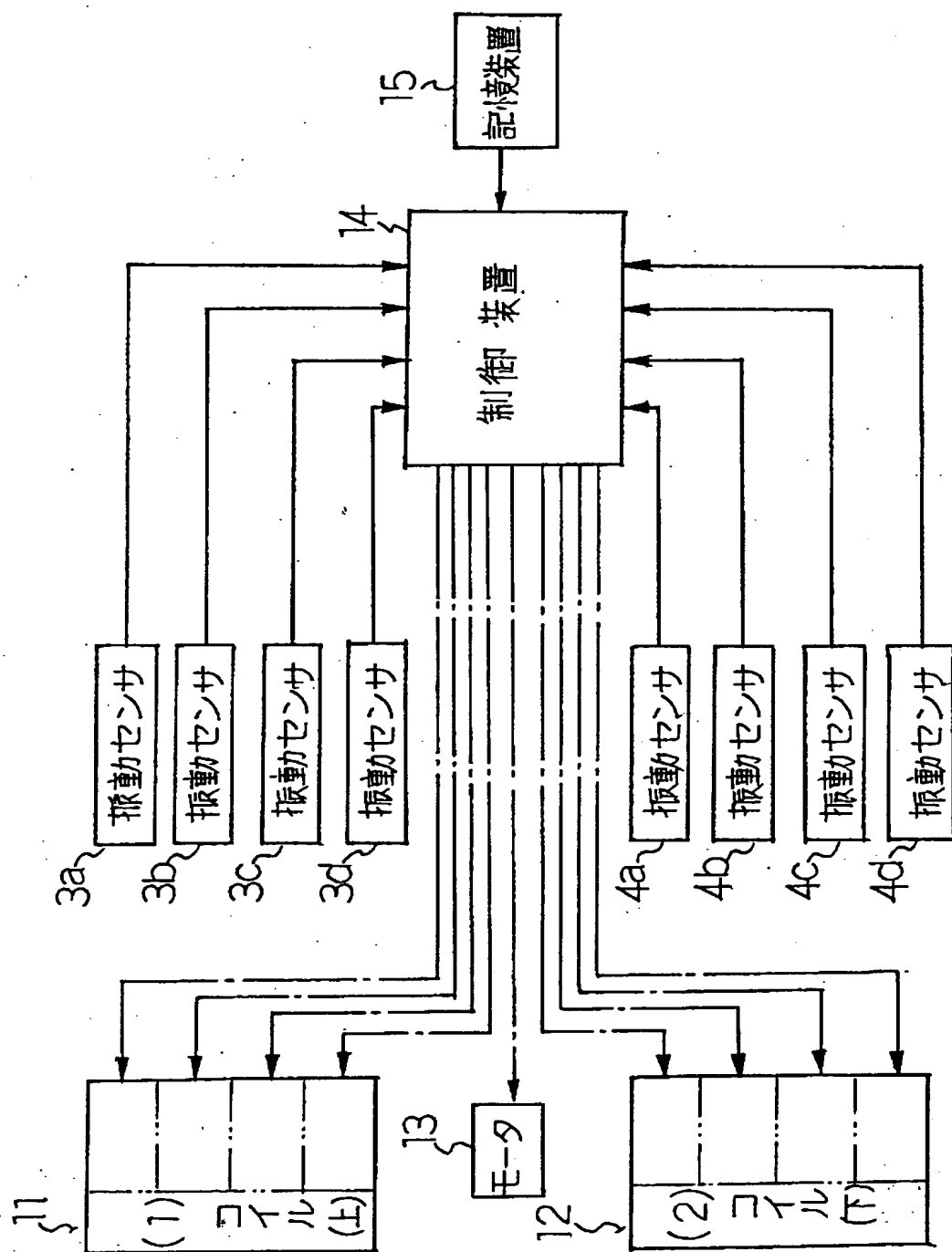
【図 8】



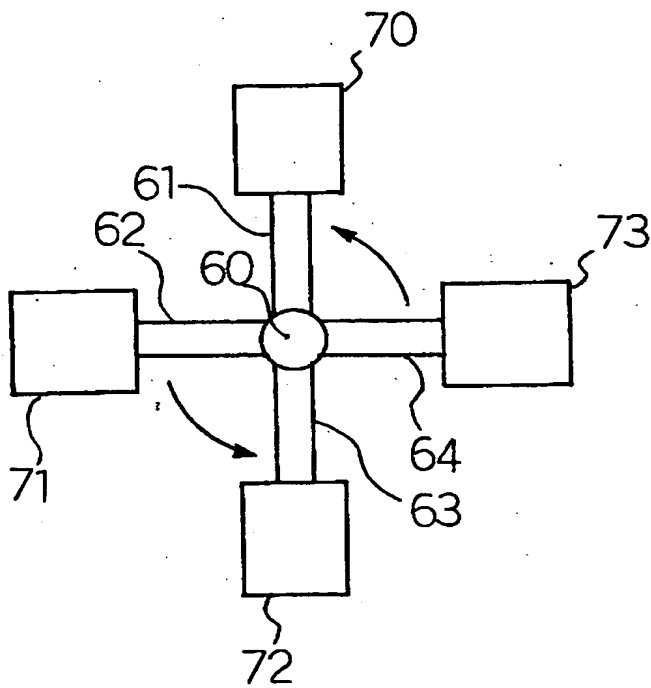
【図 9】



【図10】



【図 1 1】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 微小重力回転装置の安全装置に関し、回転時の急停止に伴う衝撃の発生を防止する。

【解決手段】 ケーシング 1 0 の凹部 1 0 a, 1 0 b には上部、下部固定材 3 1, 3 2 が取付けられ、磁気軸受 1 1, 1 2、スラスト用磁気軸受 3 3、振動センサ 3, 4、モータ 3 4 が取付けられる。回転軸 3 0 は磁気軸受 1 1, 1 2 で支持され、安全装置 4 0 を介して 4 本のアーム 2 4 ~ 2 7 の一端を取付け、アーム他端に実験ボックス 2 0 ~ 2 3 を支持し、回転する。回転軸 3 0 と軸受部との間に異物が入ると回転軸 3 0 は急停止し、周囲に衝撃を与えるが、この時は安全装置 4 0 が働き、回転軸 3 0 とアーム 2 4 ~ 2 7 との連結を離脱させるのでアームは慣性力で回転を続け、急激な衝撃を回避する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000006208]

1. 変更年月日 1990年 8月10日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区丸の内二丁目5番1号  
氏 名 三菱重工業株式会社